

(2) Japanese Patent Application Laid-Open No. 11-204700 (1999)

“RADIATING FIN-INTEGRATED POWER MODULE”

The following is English translation of an extract from the above-identified document relevant to the present application.

5 The structure of a power module according to the present invention is as follows. A lead frame 53 with heat diffusion function is bonded to a radiating fin 10 with a resin insulation sheet 11 by thermocompression bonding, and a power semiconductor element 14 is bonded on the lead frame 53 by solder 13. Also a gate terminal 51 and a main terminal 52 are bonded to the radiating fin 10 with the resin 10 insulation sheet 11 by thermocompression bonding. The power semiconductor element 14, the gate terminal 51 and the main terminal 52 are bonded by wire bonding with an aluminum wire. The power semiconductor element 14, solder 13, the lead frame 53, the resin insulation sheet 11 and the radiating fin 10 are collectively molded with epoxy resin 50.

15 The resin insulation sheet 11 is resin containing ceramics using at least one of α -Al₂O₃, AlN, SiC, SiO₂, and MgO. The resin insulation sheet 11 performs insulation between and heat radiation for the radiating fin 10 and the power semiconductor element 14.

A power module with the structure as described above can substantially 20 reduce thermal resistance of the entire power module since the lead frame 53 mounted with the power semiconductor element 14 is bounded by thermocompression bonding to the radiating fin 10 with the resin insulation sheet 11 instead of grease.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-204700

(43)公開日 平成11年(1999)7月30日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 L 23/36

識別記号

F I

H 0 1 L 23/36

D

審査請求 未請求 請求項の数10 O.L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-7261

(22)出願日 平成10年(1998)1月19日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 中村 卓義

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 丹波 昭浩

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 小川 敏夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 放熱フィン一体型パワーモジュール

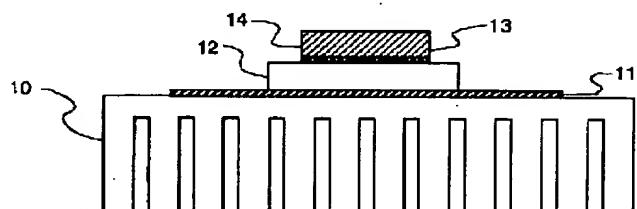
(57)【要約】

【課題】低熱抵抗でかつ高信頼のパワーモジュールを提供する。

【解決手段】パワーモジュールを高熱伝導率の絶縁樹脂シートで放熱フィンに熱圧着する。

【効果】低熱抵抗でかつ高信頼のパワーモジュールを実現できる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】パワー半導体素子を備えたパワー回路部と、該パワー回路部を制御する制御回路部と、前記パワー回路部及び制御回路部に接続される外部入出力端子と、表面に凹凸を持つ放熱板、いわゆる放熱フィンを備えた放熱フィン一体型パワーモジュールにおいて、前記パワー回路部と前記放熱フィンとはセラミックスを含有した絶縁樹脂シートで電気的に絶縁されることを特徴とする放熱フィン一体型パワーモジュール。

【請求項2】請求項1記載のパワーモジュールにおいて、前記絶縁樹脂シート中のセラミックスは α -Al₂O₃, AlN, SiC, SiO₂, MgOのうち少なくとも1種類を用いたものであることを特徴とする放熱フィン一体型パワーモジュール。

【請求項3】請求項1記載のパワーモジュールにおいて、前記絶縁樹脂シートの主成分はビスフェノールA型エポキシ樹脂であることを特徴とするパワーモジュール。

【請求項4】請求項1記載のパワーモジュールにおいて、前記絶縁樹脂シートの厚さは実質的に0.15mm以下であることを特徴とする放熱フィン一体型パワーモジュール。

【請求項5】請求項2記載のパワーモジュールにおいて、前記絶縁樹脂シートのアルミナフィラの含有率は重量比で6.5%以上であることを特徴とする放熱フィン一体型パワーモジュール。

【請求項6】請求項1記載のパワーモジュールにおいて、前記パワー回路部は、リードフレーム上にパワー半導体素子を搭載して構成することを特徴とする放熱フィン一体型パワーモジュール。

【請求項7】請求項1ないし6記載のパワーモジュールにおいて、前記パワー回路部は、リードフレームを底面としてトランスファモールドされたパッケージに封止され、該パッケージ底面と前記放熱フィンが前記絶縁樹脂シートで電気的に絶縁されることを特徴とする放熱フィン一体型パワーモジュール。

【請求項8】請求項1記載のパワーモジュールにおいて、前記パワー回路部は、前記放熱フィンを底面として前記絶縁樹脂シートとともにトランスファモールドされることを特徴とする放熱フィン一体型パワーモジュール。

【請求項9】パワー半導体素子を備えたパワー回路部と、該パワー回路部を制御する制御回路部と、前記パワー回路部及び制御回路部に接続される外部入出力端子と、表面に凹凸を持つ放熱板、いわゆる放熱フィンを備えた放熱フィン一体型パワーモジュールにおいて、前記外部入出力端子は、接着剤による接着、ネジ止め等の手法で、前記放熱フィンに固定されることを特徴とする放熱フィン一体型パワーモジュール。

【請求項10】パワー半導体素子を備えたパワー回路部

と、該パワー回路部を制御する制御回路部と、前記パワー回路部及び制御回路部に接続される外部入出力端子と、表面に凹凸を持つ放熱板、いわゆる放熱フィンを備えた放熱フィン一体型パワーモジュールの製造方法において、

前記パワー回路部と前記放熱フィンとの間にセラミックスを含有した前記絶縁樹脂シートをはさみ、加熱しながら加圧することで前記パワー回路部と前記放熱フィンとを接着して電気的に絶縁することを特徴とする放熱フィン一体型パワーモジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インバータ等、電力変換装置を構成するパワーモジュール、特にIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)モジュールにおいて、パワーモジュールの低熱抵抗化を実現し信頼性を向上させる構造に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の小容量インバータ装置のマイコン等が搭載された制御回路基板を省略した模式図を図4に示す。パワー半導体素子と放熱板が絶縁されたいわゆる絶縁型モジュール40が放熱フィン30上にグリース31を介して固定されている。この絶縁型モジュール40の内部構造としては、図3(a)に示すように絶縁材料にセラミックス基板(AlN等)35を使用したものと、図3(b)に示すように絶縁金属基板307を使用したものがある。

【0003】図3(a)では、モジュール底面を構成する放熱用金属ベース32上に絶縁用セラミックス基板35がはんだ付けされ、その上にパワー半導体素子38がはんだ付けされている。はんだ付け用金属箔34, 36は、あらかじめ熱圧着またはろう付け等の手法でセラミックス基板35に接着されている部品であり、金属箔36は主端子、制御端子につながる通電用基板の役割も果たしている。

【0004】図3(b)では、絶縁金属基板307の上に熱拡散用金属板306およびパワー半導体素子38がはんだ付けされた構造となっている。絶縁金属基板307は、絶縁樹脂層303を表面に有する放熱用金属ベース302上に金属箔304が接着された構造を有しており、金属箔304は主端子、制御端子につながる通電用基板の役割も果たしている。

【0005】図3(b)の絶縁樹脂層303の熱抵抗は、図3(a)のセラミックス基板35のそれよりも大きいので、図3(b)の構造は図3(a)に比べて電流容量が小さいパワーモジュールに使用される。図3(a), (b)ともに、パワーモジュールを放熱フィン30に固定するのにグリースを使用しており、また、はんだ層はパワー半導体素子38、接着用はんだ37および、セラミックス基板35、接着用はんだ33あるいは

熱拡散板306、接着用はんだ305の2層となっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来構造は、モジュール信頼性の面で以下の問題を持っている。

【0007】大電流用の図3(a)および電流容量約50A以下用の図3(b)に示すように、従来構造はともにパワーモジュール40を放熱フィン30に固定するのにグリース31を使用している。グリース31は、パワーモジュール40と放熱フィン30の間に存在する空気による断熱を防ぐため必須である。しかし、均一に塗布することが困難であり、塗布面内で熱のばらつきが生じてしまうという問題点を持っている。また、グリースの塗布は作業性が悪く、装置組み立てコストの上昇をもたらす。さらに、放熱系のなかでは、はんだ等、他の物質と比べてグリースは高熱抵抗物質であり、たとえ薄く

(例えば50mm程度) 塗布できたとしても装置全体の熱抵抗のなかでは支配的であり、装置の温度上昇の主原因となっている。そして、モジュールが大容量化されると流れる電流が大きくなり、チップの発熱も大きくなるため、グリースの熱抵抗の問題は深刻なものとなり、また、大容量化はモジュールが大きくなることを意味し、面内ばらつきも顕著なものとなってしまう。

【0008】本発明は、上述したような問題点を考慮してなされたものであり、パワーモジュールの低熱抵抗化を実現し、高信頼のパワーモジュールを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記従来構造の問題点を鑑みてなされたものであり、パワーモジュールを放熱フィンに絶縁樹脂シート11で熱圧着するものであり、グリースを使用しないところに大きな特徴がある。この絶縁樹脂シートは、高熱伝導率であることが好ましい。

【0010】本発明によると、パワーモジュールは、グリースを使用するかわりに絶縁樹脂シートで放熱フィンに熱圧着されており、熱抵抗を低減かつ均一化できるので、高信頼化が実現できる。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を、以下図面を使用して詳細に説明する。

【0012】パワーモジュール20の内部の放熱系を模式的に示すと、図1となる。パワーモジュール底面を構成する電極(熱拡散用金属板)12の上に直接パワー半導体素子14をはんだ付けした構造を有しており、非絶縁型パッケージとなっている。すなわち、絶縁樹脂シート11は放熱フィン10とパワー半導体素子14の絶縁と放熱を兼ねている。パワーモジュール20には、コンバータ部(ダイオード6個)、インバータ部等、インバータに必要な素子が搭載されている。

【0013】まず、図2を使用して基本構成を説明する。パワーモジュール20が放熱フィン10に絶縁樹脂シート11で熱圧着されている。熱圧着の条件は5kgf/cm²、151.9°Cで3分間である。この絶縁樹脂シート11は、例えば、アルミナフィラ(α -Al₂O₃)

を71.3wt%含んだビスフェノールA型エポキシ樹脂が使用されるが、AlN, SiC, SiO₂, MgOフィラでも良い。図1に示すように、パワーモジュール20の底面をなす熱拡散用金属板12上にはパワー半導体素子14がはんだ付けされており、パワーモジュール20から伸びる制御端子21は、図2の上部に配されるプリント基板(図示なし)に搭載された制御回路へつながる。放熱フィン10上には別に外部3相入力端子

(R, S, T)26、外部3相出力端子(U, V, W)27がねじ止めまたは接着剤で固定されており、ブスバー配線22, 23, 24, 25によってパワーモジュール20とつながっている。リードフレーム(ブスバー配線と同じ)は熱拡散板12を兼ねており、その厚さは1mm程度である。また、この構造ははんだを1層しか使用しない。

【0014】グリースを使用しないことにより、同一形態のとき、装置全体の熱抵抗は0.54°C/Wと、図3

(b)の0.73°C/Wに比べて大幅に低下しており、図3(a)の0.58°C/Wよりも良好な値が得られている。このように、熱抵抗が小さいので、放熱フィンの幅、数を小さくすることができ、装置の小型化を達成できる作用を持つ。また、大電流用にも使用可能であるという作用がある。

【0015】放熱フィンを含んで樹脂封止するパワーモジュールについての実施例を図5に示す。図5の断面の基本構造は図1に同じである。リードフレーム53が放熱フィン10に絶縁樹脂シート11で熱圧着されており、その上にパワー半導体素子14がはんだ付けされている。パワー半導体素子14、はんだ13、リードフレーム53、絶縁樹脂シート11、放熱フィン10はエポキシ系樹脂50で一括してトランスファモールドされている。パワー半導体素子14と、ゲート端子51、主端子52の間はA1ワイヤでワイヤボンディングされている。

【0016】インバータ装置のコンバータ部分とインバータ部分を別々にトランスファモールドした実施例を図6に示す。放熱フィン10上には、別々にトランスファモールドされたコンバータ60およびインバータ61が絶縁樹脂シート11で熱圧着されている。

【0017】外部入力端子26からブスバー配線62, 63, 64がコンバータ60につながっている。コンバータ60とインバータ61の間はP配線65, N配線66の2本でつながっており、インバータ61は外部出力端子27とブスバー配線でつながっている。また、制御端子67は、図6の上部に配されるプリント基板(図示

なし) 上の制御回路へつながる。

【0018】ここで、その他の実施例として、コンバータ60およびインバータ61は熱圧着シート11上の任意の場所に配置することができる。また、ブレーキ相部分をトランスファモールドして熱圧着シート11上に搭載することも考えられる。さらに、1個のコンバータと2個のインバータを熱圧着シート11上に配置することや、外部入力端子26および外部出力端子27をプリント基板(図示なし)上に搭載することも考えられる。

【0019】インバータ部分とコンバータ部分を別々に放熱フィン上に搭載した実施例を図7に示す。図7

(a) は図7 (b) で示すプリント基板702を実装する前の構造であり、図7 (b) はプリント基板702を実装した後の構造である。

【0020】それぞれトランスファモールドされたコンバータ70およびインバータ71が2個のフィン10上に絶縁樹脂シート11で熱圧着されている。コンバータ70は、外部入力端子26とブスバー配線72, 73, 74でつながっている。コンバータ70とインバータ71の間はP配線75とN配線76の2本でつながっており、コンバータ70とインバータ71から伸びた端子77, 78および79, 700が差し込むような構造になっている。インバータ71と外部出力端子27はブスバー配線(図示なし)でつながっており、インバータ71の制御端子701は、ドライバIC703等が搭載されたプリント基板702に接続される。P配線75とN配線76は、プリント基板702で固定されている。

【0021】ここで、その他の実施例として、コンバータ70およびインバータ71は熱圧着シート11上で任意に配置することができる。また、ブレーキ相部分をトランスファモールドして熱圧着シート11上に搭載することや、1個のコンバータと2個のインバータを熱圧着シート11上に配置することも考えられる。

【0022】本発明の特徴として、熱抵抗の大幅な減少により、小容量インバータ装置の場合、放熱フィンの幅や数がきわめて小さくてすむことが挙げられる。したがって、これまでの実施例のように放熱フィンをインバータ装置の支持台として使用しなくてもよい。この場合の実施例を図8に示す。

【0023】図8において、パワーモジュール81とプリント基板80は制御端子および主端子82でつながっている。プリント基板80上には外部入力端子26、外部出力端子27、平滑コンデンサ83、トランジスタ84、トランジスタ85、ドライバIC86などが搭載されている。

【0024】ここで、その他の実施例として、放熱フィン一体型パワーモジュール81をプリント基板80上に複数個搭載してドライバIC86で同時に制御することが考えられる。また、パワーモジュール81はプリント基板80上の任意の場所に配置することができる。

【0025】図9を使用して、パワーモジュールの樹脂の封止法のその他の実施例について説明する。図5で樹脂50によりトランスファモールドするかわりに、図9では放熱フィン10、絶縁樹脂シート11、リードフレーム53、はんだ13、パワー半導体素子14を樹脂90でポッティングしている。

【0026】

【発明の効果】本発明によると、パワーモジュールは、グリースのかわりに絶縁樹脂シートで放熱フィンに熱圧着されており、また、はんだ層も1層だけなので、作業が単純化され、高信頼化が実現できる効果がある。

【0027】さらに、グリースを使用しないことにより、装置全体の熱抵抗を大幅に低減させることができ、その結果、放熱フィンの幅、数をきわめて小さくすることが可能になり、装置の小型化を達成できる効果を持つ。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるパワーモジュールの放熱系の模式図。

20 【図2】本発明を利用したインバータ装置例。

【図3】従来のパワーモジュールの放熱系の模式図。

【図4】従来技術を利用したインバータ装置例。

【図5】本発明によるパワーモジュールの断面構造の実施例。

【図6】本発明を利用したインバータ装置において、コンバータ部とインバータ部を別々にトランスファモールドした実施例。

【図7】本発明を利用したインバータ装置において、コンバータ部とインバータ部を別々にフィン上に搭載した実施例。

【図8】本発明を利用したインバータ装置において、プリント基板上に放熱フィン一体型パワーモジュールを搭載した実施例。

【図9】本発明によるパワーモジュールの断面構造のその他の実施例。

【符号の説明】

10, 30…冷却用フィン、11…絶縁樹脂シート、12, 32, 302, 306…金属板、13, 33, 37, 305…はんだ、14, 38…パワー半導体素子、40, 40, 81…パワーモジュール、21, 42, 67, 82, 701…制御端子、22, 23, 24, 25, 53, 62, 63, 64, 72, 73, 74…ブスバー配線(リードフレーム)、26, 44…外部入力端子、27, 45…外部出力端子、31…グリース、34, 36, 304…金属箔、35…セラミックス基板、41, 80, 702…プリント基板、43, 52…主端子、50, 90…樹脂、51…ゲート端子、60, 70…コンバータ、61, 71…インバータ、65, 75…P配線、66, 76…N配線、77, 78, 79, 700…端子、82…主端子および制御端子、83…コンデン

サ、84…トランス、85…トランジスタ、86、70
3…ドライバIC、303…絶縁樹脂層、307…絶縁

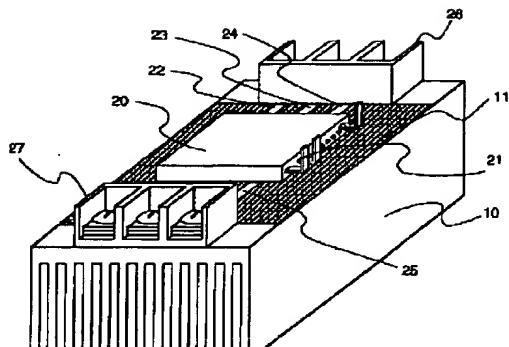
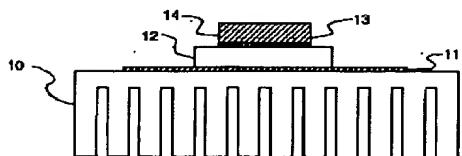
金属基板。

〔図1〕

【图2】

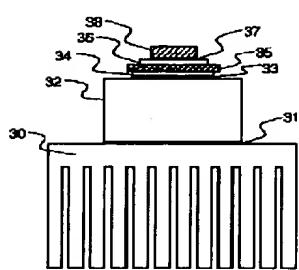
1

图 2



[図3]

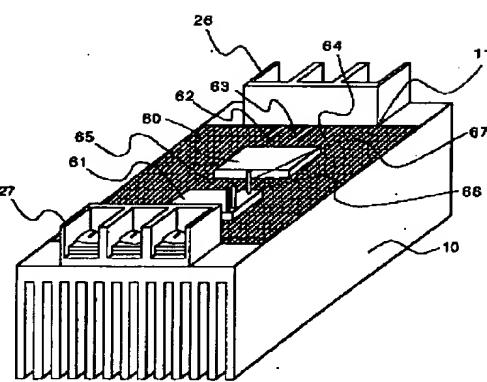
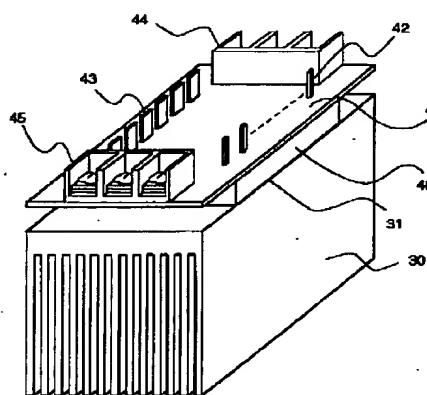
3



[図4]

【図6】

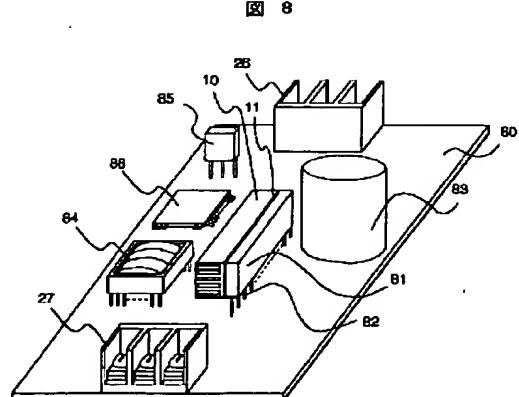
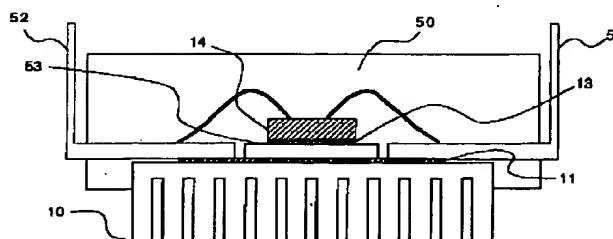
4



【図8】

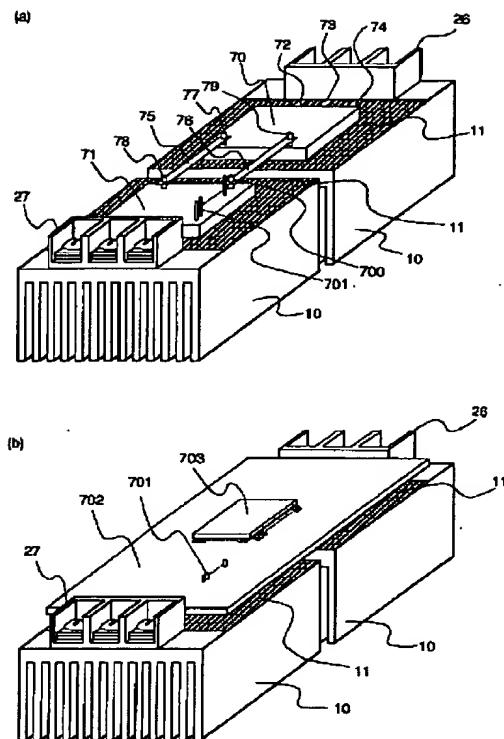
〔図5〕

5



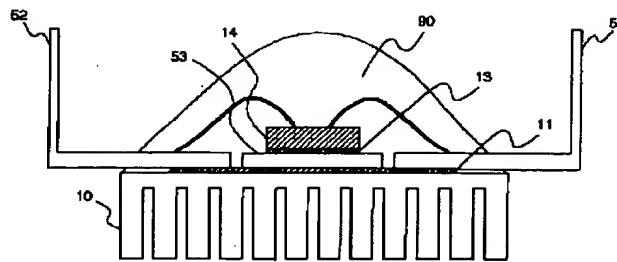
【図7】

図7



【図9】

図8



フロントページの続き

(72)発明者 山田 一二
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
 式会社日立製作所日立研究所内